Searching PAJ

ジーグ ここ

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

2000-030065 (11)Publication number:

(43)Date of publication of application: 28.01.2000

tion number	(51)Int.Cl. 6 (21)Application number: 10-199128	6067 7/00 6067 1/00 (71)Applicant : TOSHIBA CORP
(22)Date of filing:	14.07.1998	(72)Inventor: FUKUI KAZUHIRO YAMAGUCHI OSAMU

(54) PATTERN RECOGNIZING DEVICE AND ITS METHOD

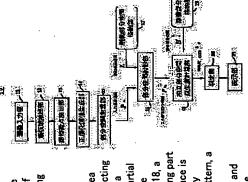
MAEDA KENICHI SUZUKI KAORU

(57)Abstract

fluctuating components is minimized by removing pattern recognizing device by which influence of PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a stable unnecessary pattern fluctuation for personal

mutual partial space calculating part 19, a judging part partial space is calculated from a dictionary pattern, a 20 and a display part 21, an inputted partial space is storage part 17, a partial space projecting part 18, a extracting part 12, a feature point of face extracting restricting condition, the inputted partial space and partial space generating part 15, a restricted partial constituted of an image input part 11, a face area part 13, a normalized image generating part 14, a space storage part 16, a dictionary partial space calculated from an inputted pattern, a dictionary SOLUTION: The pattern recognizing device is restricted partial space is calculated from a

the dictionary partial space are projected on the



restricted partial space and the inputted pattern is discriminated from the dictionary pattern from the projected inputted partial space and the dictionary partial space.

(12)公開特許公報(A) (19) 日本国特許庁(JP)

特開2000—30065 (P2000—30065A) (43)公開日 平成12年1月28日(2000.1.28)

(11)特許出願公開番号

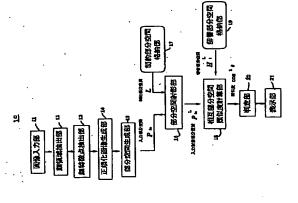
(51) Int. C1. 7 G 0 6 T	蘇別配号 7/00 1/00	ф.	F I G 0 6 F	7-7 15/70 460 Z 580 15/62 380 586 465 K 5LL	デーィュート"(参考) 58043 58057 5L096
	審查請求 未請求	育状 請求項の数7	10	(全13頁)	夏
(21) 出願番号	岭	9128	(71) 出國人 000003078 株式会社	0000003078 株式会社東芝	
(22) 出願日	平成10年7月	平成10年7月14日(1998.7.14)	(72) 發阻者	种奈川県川崎市幸区塩川町72番塩 福井 和広	町72番地
				元二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十	南町8-6-26 株
			(72)発明者	山口 体 兵庫県神戸市東灘区本山南町8-6-26	座町8-6-26 株
			(74) 代理人	式会社取艺閩西研究所内 100059225 井理士 為田 瑋子 ([§] (外1名) ·

(54) 【発明の名称】パターン認識装置及びその方法

最終页に続く

ことにより、これらの変動成分の影響を最小限に抑えた 【親題】 個人機別に不必要なパターン変化を取り除く 安定なパターン認識装置を提供する。

【解決手段】 画像入力部11、顧顝域抽出部12、顧 ら入力部分空間を算出し、辞書パターンから辞書部分空 部分空間と辞書部分空間を、制約部分空間に射影し、こ 特徵点抽出部 13、正規化圖像生成部 14、部分空間生 成部 1 5、制約部分空間格納部 1 6、辞書部分空間格納 9、判定部20、投示部21からなり、入力パターンか 間を算出し、制約条件から制約部分空間を算出し、入力 部17、部分空間外影部18、相互部分空間計算部1 れから入力パターンと辞色パターンとを観別する。



http://www1.ipdl.jpo.go.jp/PA1/result/detail/main/wAAAa29118DA412030065P1.htm2001/05/10

・作評額火の協国

[開水項1] 認識したい対象の入力パターンを入力する

前配入力手段の入力パターンから入力部分空間を算出す

前記対象に関する辞告パターンから辞告部分空間を算出 する辞む部分空間算出手段と、 る入力部分空間算出手段と

ための制約条件から制約部分空間を算出する制約条件算 パターン認識において不要なパターンの条件を抑制する

前配入力部分空間算出手段の入力部分空間と、前配辞書 部分空間算出手段の辞査部分空間を、前配制約条件算出 年段の制約部分空間に射影する射影手段と、

前配射影手段によって射影された制約部分空間内の入力 部分空間と辞春部分空間とから、前記対象を臨別する職

る入力部分空間と辞書部分空間との成す角度である正準 前記射影手段によって射影された制約部分空間内におけ 別手段を具備したことを特徴とするパターン認識装置。 【請求項2】前配鐵別手段は、

この計算した正準角に基ろいて、前配入力部分空間と前 配辞書部分空間との類似度を計算することを特徴とする

ន

請求項1配娘のパターン昭酰装置

パターン認識において不要なパターンの条件を発生させ る要因の影響下において算出された複数の第1部分空間 から求まる差分部分空間の集合から、前配要因の影響を 【請求項3】前配制約条件算出手段は、 数除いた第2部分空間を生成し、

この生成した第2部分空間を前配制約部分空間とするこ とを特徴とする請求項1記載のパターン認識装置。

【精水頃4】 前配制約条件算出手段は、

析記対象に関する部分空間内の自己変動を安す複数の自 己変動部分空間の集合から自己変動成分を取除いた第3 部分空間を生成し、

この生成した第3部分空間を前配制約部分空間とするこ とを特徴とする耐水項1配轍のパターン認識装置。 【開水項 5】 前記制約条件算出手段は、

パターン認識において不要なパターンの条件を発生させ から求まる差分部分空間の集合から、前記要因の影響を 5要因の影響下において算出された複数の第1部分空間 取除いた第2部分空間を生成し、

ę

的部分空間を求めることを特徴とする請求項1配敬のバ 前記対象に関する部分空間内の自己変動を表す複数の自 己変動部分空間の集合から自己変動成分を取除いた第3 この生成した第2部分空間と第3部分空間とから前配制 部分空間を生成し、

【請求項6】 認識したい対象の入力パターンを入力する

ය 前記入力ステップにおける入力パターンから入力部分空 入力ステップと

前配対象に関する辞書パターンから辞書部分空間を算出 間を算出する入力部分空間算出ステップと

パターン認識において不要なパターンの条件を抑制する ための制約条件から制約部分空間を算出する制約条件算 する辞魯部分空間算出ステップと、

前配入力部分空間算出ステップの入力部分空間と、前配 辞書部分空間算出ステップの辞書部分空間を、前配制約 条件算出ステップの制約部分空間に射影する射影ステッ 前配射影ステップによって射影された制約部分空間内の

入力部分空間と辞告部分空間とから、前配対象を職別す る数別ステップを具備したことを特徴とするパターン認 職力法。 【請求項7】認識したい対象の入力パターンを入力する 前配入力機能における入力パターンから入力部分空間を 入力機能と、

前配対象に関する辞書パターンから辞替部分空間を算出 算出する入力部分空間算出機能と

パターン路職において不要なパターンの条件を抑制する ための制約条件から制約部分空間を算出する制約条件算 する辞魯部分空間第出機能と、

前記入力部分空間算出機能の入力部分空間と、前記辞書 部分空間算出機能の辞魯部分空間を、前配制約条件算出

部分空間と辞書部分空間とから、前記対象を臨別する職 前記射影機能によって射影された制約部分空間内の入力 別機能を実現するプログラムを配録したことを特徴とす 機能の制約部分空間に射影する射影機能と、

[0001]

[発明の詳細な説明]

るパターン認識方法の記録媒体。

8

[発明の属する技術分野] パターン情報に混入する臨別 に不必要なパターン情報を効率良く取り除いてパターン 酪酸を安定に行う発明に関する。

[0002]

従来の質固像を対象にしたパターンの認識を例にとって 【従来の技術】(従来のパターンの認識の内容)まず、 説明する。

文献(塩野充、真田英彦:"個人酩証技術の最近の研究 **職別法は、大きく分けると以下の2つの方法に分類でき** る戯別に比べて非接触で行なえるため使用者の心理的な 負担が少なく、ヒューマンインタフェースからセキュリ 動向"、信学技報OSF92-17〕が詳しいが、従来の顔画像 【0003】顔画像による個人認識は、指紋や手形によ 【0004】最近の額画像認識の技術動向に関しては、 ティンステムまで様々な分野への適用が考えられる。

【0005】第1の方法は、目、母、ロなどの特徴点の 位置、形状、サイズをパラメータ化して特徴ベクトルを

જ

*ターンの変形に対する吸収能力に優れている。部分空間 **法に関する詳細は、「飯島泰蔵"パターン路職理論" 森 北出版(1989年)」「エルッキ・オヤ巻"パターン認職** と部分空間法" 産業図像 (1986年) 」などに詳しい。

> の類似度を計算する方法である。最も類似度が高い辞書 ペクトルを要す人物を当人と敵別する。これらは「構造

生成し、予め壁像されている対象人物の特徴ペクトルと

【0006】第2の方法は、瞳、鼻などの特徴点を基準

解析的方法」に分類される。

サイズを正規化された画像と予め登録されている辞色正

とした2次元affine変換などの幾何学変換により位置、

ව

I. J68-D, No. 3, pp. 345-352, 1985] 、特許 [3 次元物体器 【0009】さらにパターン変形に対する吸収能力を高 造を導入したパターン・マッチング法"、信学論(D)、vo 蜘装置及びその方法:特頤平10~66663号)が明 めた相互部分空間法〔前田賢一、鼓辺貞一、 発されている。 2

分空間法は、本発明の理解の前提となるため、その内容 [0011] 相互部分空間法では、辞售側と同僚に入力 を以下に詳しく説明する。

[0010] (相互部分空間法の概念) ここで、相互部

物を当人と敵別する。これらは従来の文字認識で実用化

されている方法で「パターン的方法」に分類できる。

第1の方法と同様に最も類似度が高い辞書画像を殺す人

規化画像とのパターンの類似度に基ろいた方法である。

[0007] そして、女献(赤松茂"コンピュータによ

によると、第1の方法に比べて第2の方法が職別率が高

る顔の閣覧の研究動向"、電子情報通信学会誌Vol.80]

則も部分空間で接し、入力部分空間と辞告部分空間の成 【0012】具体的にはcos~ ほは以下の式で定機さ **す角度りのこっs² りを類似度とする。**

【0008】第2の方法であるパターン的方法の代数で

いことが報告されている。

れてきた。入力ベクトルと各辞書部分空間との角度を類 以度として求め、最小角度を成す部分空間に対応するカ

ある部分空間法は、これまで文字認識等で幅広く用いら

[0013]

Ξ

なお、電子出願害式の関係で、イメージ入力する以外の箇所では 部分空間を表す筆記体のPはP、QはQ、DはD、YはHで扱う。

[0014] 有値となる。 [数2] 8 入力部分空間 F に対する射影行列をP、辞書部分空間 Qの射影行列をQとすると、部分空間 P と Q との 成す角度りのcos² りは、QPQあるいはPQPの固

||a||±0;||a||±0

現法などに比べて辞售側に冗長性を存たせているためパ* テゴリを入力ペクトルのカテゴリと決定する。単純な相

この固有値問題は、次元数の小さい固有値問題に置き換えられる。 QPQ の固有ベクトル をぃE Q、 み。か を各部分空間 P, Q における基底ベクトルとすると、以下の式が吹り立つ。

$$P = \sum_{m=1}^{M} \langle \phi_m, \phi_m \rangle$$
 (2)

$$Q = \sum_{n=1}^{N} \langle \psi_n, \psi_n \rangle \tag{3}$$

QPQの固有値問題は以下の式で表される。

$$QPQv = \lambda v$$

Ŧ

ここで、からななので

$$v = \sum_{k=1}^{N} c_k \psi_k$$

9

と麦現できる。式 (4) の左辺は、式 (5) を代入して、

$$\lambda v = \sum_{k=1}^{N} \lambda c_k \psi_k$$

9

となる。一方、右辺は、式(2),(3)を代入して、

$$QPQ_v = \sum_{k=1}^{N} \sum_{i=1}^{M} \sum_{m=1}^{N} < \psi_i, \psi_i > < \phi_m, \phi_m > < \psi_n, \psi_n > c_k \psi_i$$

 $\mathbf{\epsilon}$

【0015】さらに計算の順序を変えて整理すると、

$$= \sum_{k=1}^{N} \sum_{m=1,n=1}^{M} (\psi_{k}, \phi_{m})(\phi_{m}, \psi_{n})\varsigma_{n}\psi_{k}$$

8

となる。式 (6) と式 (8) の同じ 奺 について見ると、

$$\lambda_{\mathrm{C}_{k}} = \sum_{m=1}^{N} \sum_{n=1}^{N} (\psi_{k}, \phi_{m}) (\phi_{m}, \psi_{n}) c_{n}$$

ම

が成立する。ここで、

$$c'=(c1,c2,\cdots,c_N)$$

즲

$$X = (x_{ij}) \tag{11}$$

$$x_{ij} = \sum_{m=1}^{M} (\psi_i, \phi_m) (\psi_m, \phi_n)$$
 (12)

と個(と, 式(9)は、

$$\gamma c = X c$$

8

[0016] Xの最大固有値が求める最小角度 81のc 50 [0017] 第2固有値は、最大角に直交する方向に計 052 81 245. という行列Xの固有値問題となる。

oた角度のcos~92、以下同様にN個のcos~

[0018] これらのN個の角度 0 は、2 つの部分空間 5.成す"圧御角"として知られている。正準角について 尹理由実訳、シュプリンガー・フェアラーク東点、1993 は、文献 (F. chatclin, "行列の固有値"、伊理正夫、 年〕などに詳しい。

収能力が非常に高い。入力部分空間は、入力される複数 [0019] 相互部分空間法は、入力側も辞物側と同様 枚の回像セットに対してKL展開により求める。あるい は、同時反復法を用いて、動画像から逐次生成すること に部分空間で表現するために、パターン変形に対する吸 り可能である。

【発明が解決しようとする課題】ところで、面像を用い た顔路職法の職別性能は、以下に挙げる変動の影響を受 [0000]

【0021】1. 顔向き、要情変化の影響

2. 照明変動の影響

すなわち、顔路轍法の轍別性能は、これら3つの駅題を 3. 紐年校代の影響 (しむ、蝦、醬などの影響) 解決することが重要である。

掇 の動画像系列に対して相互部分空間法を適用すれば、 の影響を低減できることが確認されている(山口体、 【0022】 (駅困1について) 駅題1に関しては、

[0023] しかしながら、残りの課題2, 3に関して 井和広、前田賢一、"勁面像を用いた顔閣職システ ム"、信学技報、PRMU97-50, pp. 17-24, 1997]。

依然として解決されているとは目えない。

【0024】 (課題2についた) 課題2の照明変動に関 しては、3次元物体である顔の認識は、平面上に昔かれ いる場合、人は容易に同一人物として韶磁できるが計算 類の側面から外光が照射されて影やハイライトが生じて ている文字の閣職に比較してその影響をより受け易い。

報には正しく数職することが辯しい。

改善されていない。これは相互部分空間法において求め 係に制約が課せられていないからだと言える。さらに見 方を変えるとベクトルu, vの差分ベクトルに制約が踝 【0025】高いパターン変形吸収能力を符つ相互部分 空間法であるが、照明変動の影響に対するロバスト性は る角度8、つまり角度を計る2つのベクトルu, vの陽 せられていない事になる。

実際よりも最小角度が小さくなり、逆に同一人物である 【0026】したがって、相互部分空間法を照明変動を 含んだ画像に対して適用すると、最小角度 9 を成す 2 つ る。異なる人物に対しても、照明変動成分を含むことで にも拘らず最小角度が大きくなり、異なる人物と職別さ のベクトルの差分ベクトルには限明変動成分が含まれ

50 パターン認識技質である。 [0027] (観閲3について) 観閲3の経年変化によ

参照2000-30065

9

クトルに紐年変化による数などのパターン変動が含まれ る職別性能の低下も同様である。この場合には、 るために、酩戯性能が低下してしまう。

報明位置や版向きなどの変化によって生じる既明変動や 毎年変化によるパターン変動成分も含めて顔別を行って いる事に起因する。如何に、これらの轍別に不要なパタ [0028] これらの変動に対する不安定さの原因は、 ーン変化を取り除くかが解決すべき課題である。

点に鑑みなされたもので、パターン情報を収集する際に 混入する酸別に不必要なパターン変動成分を効率良く取 【0029】 (本発明の目的) 本発明は、上配のような り除いて、安定なパターン認識法及びその方法を提供す ることを目的とする。 2

【0030】 毎に飯画像粉酸に適用した場合には、服明 変動成分を効率良く取り除いて安定な飯路額を実現す

[0031]

したい対象の入力パターンを入力する入力手段と、前記 入力手段の入力パターンから入力部分空間を算出する入 力部分空間算出手段と、前配対象に関する辞費パターン と、前記辞書部分空間算出手段の辞書部分空間を、前記 と、前配射影手段によって射影された制約部分空間内の [戦闘を解決するための手段] 開求項1の発明は、認識 パターン認識において不要なパターンの条件を抑制する 入力部分空間と辞書部分空間とから、前記対象を觀別す る戯別手段を具備したことを特徴とするパターン路敷装 ための制約条件から制約部分空間を算出する制約条件算 から辞晳部分空間を算出する辞徴部分空間算出手段と、 出手段と、前記入力部分空間算出手段の入力部分空間 制約条件算出手段の制約部分空間に射影する射影手段 8 ន

[0032] 簡求項2の発明は、前記観別手段は、前記 対影手段によって対影された制約部分空間内の入力部分 と前配辞費部分空間との類似度を計算することを特徴と し、この軒類した正準角に基ろいて、前配入力部分空間 空間と辞魯部分空間との成す角度である正準角を計算 する糖水項1配板のパターン路轍装置である。

部分空間を前配制約部分空間とすることを特徴とする語 [0033] 請求項3の発明は、前配制約条件算出手段 は、パターン認識において不要なパターンの条件を発生 させる嬰因の影響下において算出された複数の第1部分 空間から求まる差分部分空間の集合から、前記要因の影 **磐を取除いた第2部分空間を生成し、この生成した第2**

は、前記対象に関する部分空間内の自己変動を安す複数 第3部分空間を生成し、この生成した第3部分空間を前 配制約部分空間とすることを特徴とする開水項1配破の 【0034】請求項4の発明は、前配制約条件算出手段 の自己変動部分空間の集合から自己変動成分を取除いた **水頃1 記載のパターン認識装置である。**

特開2000-30065 9

パターン算出機能の辞魯部分空間を、前記制約条件算出 **第出機能と、前配対象に関する辞費パターンから辞御部** 職において 不要なパターンの条件を抑制するための制約 前記入力パターン第出機能の入力部分空間と、前記辞書 機能の制約部分空間に射影する射影機能と、前配射影機 **ょパターンを入力する入力機能と、前配入力機能における** 分空間を算出する辞睿部分空間算出機能と、パターン認 入力パターンから入力部分空間を算出する入力部分空間 彼によって射影された制約部分空間内の入力部分空間と 条件から制約部分空間を算出する制約条件算出機能と、 させる要因の影響下において算出された複数の第1部分 空間から水まる差分部分空間の集合から、前記要因の影 響を取除いた第2部分空間を生成し、前配対象に関する 部分空間内の自己変動を表す複数の自己変動部分空間の し、この生成した第2部分空間と第3部分空間とから前 配制約部分空間を求めることを特徴とする請求項1配載 【0035】 糖水項5の発明は、 前配制約条件類出手段 は、パターン認識において不要なパターンの条件を発生 集合から自己変動成分を取除いた第3部分空間を生成 のパターン酩輯被倒らむる。

【0031】請水項1の発明は、認識したい対象の入力* 部分空間を、前配制約条件算出ステップの制約部分空間 聞とから、前記対象を職別する職別ステップを具備した 【0036】請求項6の発明は、認識したい対象の入力 入力部分空間と、前記辞書部分空間算出ステップの辞書 に射影する射影ステップと、前配射影ステップによって 対形された制約部分空間内の入力部分空間と辞価部分空 ンから辞書部分空間を算出する辞書部分空間算出ステッ プと、パターン酩蔔においた不要なパターンの条件を哲 倒するための制約条件から制約部分空間を算出する制約 条件算出ステップと、前記入力部分空間算出ステップの パターンを入力する入力ステップと、前配入力ステップ における入力パターンから入力部分空間を算出する入力 部分空間算出ステップと、前配対象に関する辞書パター ことを特徴とするパターン配職方法である。

[0039] (制約相互部分空間法の概念の説明) 本発

明は、予め対象となる部分空間から認識に不必要な部分 空間を取り除いておいて、2つの部分空間の成す角度を

【発明の実施の形態】まず、本発明の実施の形態につい

て順番に説明する。

辞事部分空間とから、前記対象を職別する職別機能を実

見するプログラムを配録したことを特徴とするパターン

路轍方法の記録媒体である。

[0038]

制約相互部分空間法では、2つの部分空間 P, Qの角度を成すベクトル u,v に対して「u,v の差分ペクトル d=u-v がある制約部分空間に属する $\{d\in\mathcal{L}\}$ 」という制約条件を課す。制 的相互部分空間法は、以下の式で定義される。

$$s^{2}\theta = \sup_{\substack{s, e^{2}, g \in \mathbb{Q}_{n-1} \in \mathbb{R} \\ ||u|||f|||g||}} \frac{|(u, v)|^{2}}{||u||f||g||}}$$
(14)

	後を数式化した ター1.0 (16)		7 E C	Ø ∈ C (10)	制約部分空間1~	する。また制約部 40 ここで部分空間 P', Q'に属するベクトルu'	すると、以下の関 v′を考えると、 L は線形部分空間なので、その差	に対して以下の関係が成り立つ。	[0044]	[数6]
しゃべらとなっ おかはひお留から替やが彰ルケーか	としていていると、「日中中と一人の」、「あって、	(1) 式と比べて制約条件が付加されている。	【0041】制約相互部分空間法の具体的な実現法につ	いて説明する。	【0042】 部分空間 P , Q を、制約部分空間L〜	射影した部分空間を F′, Q′とする。また制約部	分空間 1. に対応する射影行列をLとすると、以下の関	保が成立する。	[0043]	[数5]

よって、ベクトル u,v の集合の中で P. Q に属するらのは勧約条件dE L を横足する。

これから制約条件下で2つの部分空間の成す角度を計算 50 するには、2つの部分空間 🇗 🔾 を制約部分空間

梅閑2000-30065 3

【0047】例えば、嬰因の一つためる原明質動成分に * 飼約部分空間が考えられる。 P′, Q′に対して相互部分空間法を適用すれば良 1) へ射影した後で、射影された2つの部分空間 いことが分かる。

空間法において、重要なのがどのように制約部分空間の [0045] (制約部分空間の生成) この制約相互部分 生成するかにある。

条件を抑制するための制約条件を実現するための様々な* [0046] 用途に応じた制約条件、すなわち、ある要 因に基づいて発生するパターン認識に不要なパターンの

クトルに含まれる照明変動成分が無視されて、服明に対 **依存しない部分空間を採用することで、ロ, v の整分べ** するロバスト性が向上する。

【0048】このような部分空間として2つの部分空間 の差として水まる"垫分部分空間"について説明する。 [0049]

[数7]

M 次元紡分空間 ア と N 次元的分空間 Q に対して柏互粉分空間法を適用すると e 個の正

u, v の差分ベクトルを d、次まった c 個の差分ペクトルdにより張られる部分空間を" 遂 専角 $\theta_i,i=1-e,e=min(M,N)$ が吹まる。ここで正準角 θ_i を形成する2つのベクトル

分部分空間 Dpg"と定義する。

部分空間 ア, 2の基底ペクトルを か, ゆ, 式 (13) から水まる固有ペクトルを ㎝, とすると、

i番目の正準角の, を成す 2 つのペクトルu; v; は、式 (5) から以下の様に攻まる。

$$u_i = \sum_{k=1}^{M} cu_i[k] * \phi[k]$$

8

[00020] れ換えた式 (13) の固有ベクトルをこいi とするとベ また、式 (4) ~ (13) においてPとQ、vとuを入 クトルviは、以下の額に求まる。

明において、初めて提案する技術思想であり、これを新

しく"制約相互部分空間法"と名付ける。

類似度として求める手段を提供する。この方法が、本発

$$v_i = \sum_{k=1}^N cv_i[k] * \psi[k]$$

2

ন্ত

ဓ た最小角度となる。同様にu3 , v3 以降のベクトルが [0051] 水めたe個の差分ペクトルdi はお互いに 度、u2 と v2 の成す角度がそれに直交する方向に計っ ui とviの成す角度が2つの部分空間の成す最小角

Dijとする。m人分の部分空間セットから2つの部分 空間を取り出して合計m C 2個の整分部分空間を求め る。それらの共通部分空間を 🔼 とする。 攻撃には、完 全な共通部分空間は存在しない場合が多いため、共通部 ★物i, jの部分空間下Ii, I-Ijの整分部分空間を 分空間に近い部分空間が求められる。 [0053] 【0052】ここで、同じ照明条件で生成した異なる人★ 直交している。各差分ベクトルの長さを 1. 0 に正規化 した後で、差分部分空間の基底ペクトルとする。

প্ত

☆ [0056] 3. 差分部分空間 ID ijの共通部分空間を求 40 める。そのために射影行列w個の射影行列Dk を平均し 具体的に、整分部分空間 ID はm人分の部分空間セット [0054]1.まず各人物の部分空間 F-1に対応する射 かち以下の手順により求まる。

その差分

(19)

た生成行列のを求める。

[数10]

【0055】2.m個から2個を取り出して、合計w=m ○ 2個の整分部分空間 □ ijを求める。 形行列日を求める。

(54)

 $G = \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k D_k$

[数11]

ここでak は以下の式を躓たす正の実数である。

(33)

する固有ベクトルは、共通空間を形成する固有ベクトル いる。ここでは、固有値が0より大きい固有ベクトルを 共通空間 🎞 を張る基底ペクトルとする。また、パラメ 0. 0に対応する固有ペクトルは共通空間に完全に直交 する空間を形成する基底ペクトルとなる。 1. 0に対応 **一タaを調整することにより、各部分空間の重みを変え 固有値の大きさが共通空間との近さを扱す指標になって** である。これ以外の固有値に対応する固有ベクトルは、 生成行列Gの固有値は、0.0~1.0に分布する。 ることができる。

る。定性的には、照明変動は主に類、額領域に影響を及 ぼすため、この領域の情報を無視することで照明変動に 【0059】この差分部分空間は、2つの部分空間が同 じ照明条件で生成されているため、照明変動成分を含ま ない。よって、この部分空間を制約部分空間とすれば照 明変動成分の影響を抑えた概別を実現することができ 対するロバスト性が向上する。

域などの他人との区別には有効でないパターン情報は無* 【0060】また、差分部分空間は、他人との違いを強 調して類似した人物同士に対する機別分解館を向上させ る効果がある。目、ロ、鼻など他人との差が表れ易い物 敗的な領域のパターン情報を重視して、逆にほほや額倒

い。差分部分空間から自己変動成分に近い部分空間を取

り除くことができれば、さらに餓別性能が向上する。

[0065] [数12]

【0064】 (差分部分空間と自己変動部分空間の組み 合わせ)差分部分空間と自己変動部分空間との相関は高

ន

降が扱る部分空間の共通部分空間として定義される。

分空間 S は、各人物の部分空間の第2基底ペクトル以

【0063】(自己変動部分空間)同一人物の変形を喪 寸部分空間を"自己変動部分空間"と呼ぶ。自己変動部

会局 D と自己変動的分型网 S の直交部分空間 (補部分空間)S-L との共選部分空間を求めれ ば良い。攻めた共通部分空間を新しい劇的部分空間とする。 このためには、数分部分

粉分空間 S に直交する部分空間 (植粉分空間)S→の射影行列 S→は以下の式により求まる。 ₇ς∪α = 3

8

S-1=1S

(21)

ここで8は部分空間 Sの射影行列、1は単位行列を示

【0066】制約部分空間 L は、以下に示す生成行列 GL の0より大きい固有値に対応する固有ペクトルが吸 る部分空間として求まる。

[0067] [数13]

\$

 $G_L = \alpha D + \beta S^{\perp}$

[0070]

8 8

 $\alpha + \beta = 1.0$

ン認識と部分空間法" 産業図替 (1986) 」に述べてある 2つの部分空間を直交化する方法を用いて、差分部分空 【0068】または文献「エルッキ・オヤ챜:"パター 聞と自己変動部分空間を直交化すれば良い。 ここで、<u>餌み係数a,βは正の実数である。</u>

ദ 【0069】あるいは、参考文献〔エルッキ・オヤ苔:

ともできる。この場合の回転方向は、差分部分空間と自 "パターン韶儆と部分空間法" 莖葉図書 (1986年)] に 述べてある学習部分空間法の考え方を用いて差分部分空 間を自己変動部分空間から遠ざける方向に回転させるこ 己変動部分空間に相互部分空間法を適用して求まる最小 角度を成す2つのベクトルロ, vの中で自己変動部分空 間に属するペクトルッに直交する方向とすることができ 【実施例】本発明は、画像を初めとして様々なパターン の韶職に適用可能であるが、説明をより具体的に行なう ために、飯画像を対象にした場合を説明する。

[0071] (飯画像認識装置10の内容) 以下、本発 明の実施例を顔画像閣職装置10を例に取って説明す 【0072】図1は、顔画像認識装置10の概略構成図

正規化面像生成都14、部分空間生成部15、部分空間 材影部 1 6、制約部分空間格納部 1 7、相互部分空間類 を示すプロック図である。 飯画像認識装置 10は、画像 入力部11、顧價域抽出部12、題特徵点抽出部13、 以皮計算部18、辞售部分空間格納部19、判定部2 0、 扱示部21からなる。

【0073】図2は、予めオフラインで行う辞書部分型 間生成の流れを示している。

分空間がその人物固有の差分部分空間となる。各自に対

【0061】 差分部分空間は、各人物毎に準備しても良 い。この場合は、当人と他人との差分部分空間の共通部 【0062】なお、部分空間に対する各換作に関する群

して異なる差分部分空間が準備されることになる。

"パターン認識と部分空間法" 旗漿図像、1986] あるい 11 (Therrien, C. W., "Eigenvalue properties of projec

細は、文献〔エルッキ・オヤ碆、小川英光、佐藤誠訳、

tion operators and their application to the subspa

ce method of feature extraction", IEEE Trans. Compu

t, C-24, p. 944-948, 1975」に詳しい。

[0074] 図3は、制約相互部分空間法の概念を示し

M, DVDなどの記録媒体に記録させておき、それをパ [0075] そして、この街画像路越装置10は、1 L 正規化画像生成部14、部分空間生成部15、部分空間 射影的16、相互部分空間類似度計算的18、判定的2 この場合に、顔顔域抽出部12、顔特徴点抽出部13、 Vカメラをパソコンに接続してその機能を実現できる。 0の各機能を実現するプログラムをFD, CD-RO ソコンに記憶させたば良い。

[0076] (画像入力部11) 画像入力部11は、認 例えば! TVカメラからなる。この画像入力部11から 入力された画像 0 1 はA / D 変換器によりデジタル化さ ラはモニタの下部に設置される。あるいはモニタの四角 職対象となる人物の画像を入力するためのものであり、 れて顔質域抽出節12に送られる。例えば、1 TVカメ に数置しても良い。

ន

は、画像入力部11から送られてきた入力画像から飯頃 [0077] (節領域抽出部12) 顧領域抽出部12 校画像02を常時抽出し続ける。 8

(アンプァート) を全国面に破って移動させながら柏関 する。相関値が設定されたしきい値より低い場合は、顔 が存在しないとする。頗の向き変化に対応する為に部分 空間法や複合類似度などにより複数のテンプレートを用 【0078】本実施例では、予め登録された標準飯画像 値を計算し最も高い相関値をもっている領域を超領域と いるとさらに安定に顧領域を抽出できる。この処理はカ ラー情報に基乙く抽出法に置き換えて良い。

るので全体をパターン照合する方法に比べ計算量の大幅 3では、抽出された顔領域内から瞳、鼻、口端などの特 い形状情報により特徴点の候補を求め、それをパターン イルターで散り込んだ候補に対してのみパターン照合す 【0080】この方法の基本的な考えは、位置精度の高 照合で検証するというものである。本方法は形状情報に に、マルチテンプレートを用いたマッチングを適用して いる為に特徴点の形状輝度の変動に対してロバストであ [0079] (顧特徵点抽出部13) 顧特徵点抽出部1 徴点を抽出する。形状情報とパターン情報を組み合わせ る。処理速度に関しては、計算コストの少ない分離度フ た方法 (特願平8-61463号) が適用可能である。 より位置決めを行なうので高い位置精度が期待できる。 【0081】また、候補群からの正しい特徴点の選択

方法(坂本静生、宮尾脇子、田島簱二、『飯画像からの な削減が実現できる。この他にも、エッジ情報に基么く 目の特徴点抽出"、信学論D- I I, Vol. J76-D- I I, No.

8, pp. 1796-1804, August, 1993] , (A. L. Yuille, "Feat 用したEigen feature 法 (Alex Pentland, Rahark Mogha ddam, ThadStarner, "View-based and modular eigenspac ure extraction from faces using deformable templat es", IJCV, vol. 8:2, pp. 99-111, 1992] や固有空間法を適 IE91-2, pp. 9-15, 1991 〕に基づく方法が適用可能であ 画像路轍のための色情報を用いた顔の位置合わせ法" es for face recognition", CVPR '94, PP. 84-91, 199 4]、カラー情報 [佐々木努、赤松茂、末永康仁、

び鼻穴の中点と瞳中点を結んだベクトルの方向を、それ ぞれ水平、垂直に変換し、その長さを一定になるように 【0082】 (正規化画像生成部14) 正規化画像生成 14、文献(山口修、福井和広、前田賢一、"動画像を用 1997] に示された瞳、鼻穴を基準にした正規化処理を適 用しても良い。この場合は、両髄を結んだペクトル、及 いた顔閣麟システム"、信学技報、PRMU97-50, pp. 17-24, 部14では、特徴点を基準にして正規化を値す。例え アフィン奴換を施す。

をヒストグラム平坦化、ペクトル長正規化を施した後で い正規化画像が入力される毎に部分空間が更新されてゆ メモリに蓄える。予め規定された枚数の正規化画像が嶅 えられたら、入力部分空間の生成を開始する。部分空間 法", 産業図母、1986年]を適用する。これにより新し 5 では、正規化画像生成部で逐次生成される正規化画像 【0083】(部分空間生成部15)部分空間生成部1 を逐次生成するために、同時反復法 (エルッキ・オヤ 若、小川英光、佐藤越駅、"パターン路職と部分空間

[0084] なお、入力部分空間を生成するまでの処理 法: 特開平 3 - 2 5 1 5 3 4 号]及び文献[山口修、福 についての詳細は、特許「人物認証装置及び人物認証方 ム"、 信学技報、PRMU97-60, pp. 17-24,1997] に詳し 井和広、前田寅一、"動画像を用いた顧路轍システ

6では、部分空間生成部15で生成された入力部分空間 P inを制約部分空間格納部 17に格納された制約部分 空間 L 上へ射影した部分空間 P 1... を以下の手順に [0085] (部分空間対影部16) 部分空間対影部1 より求める。 49

[0086] 1. 部分空間 IP を張るn個の基底ベクトル を制約部分空間上へ射影する。

【0088】3. m個の正規化ペクトルに対してグラムシ [0087]2.各射影ベクトルの畏さを正規化する。 ュミットの頃交化を摘す。

[0089] 4. 直交化されたm個の正規化ペクトルが射 50 影部分空間 IP 1,1 の基底ペクトルとなる。

6

梅頭2000-30065

9

特開2000-30065

元は5次元と設定する。 魚みパラメータに関しては同様 に実験的に決める。例えばa=0.7、β=0.1など 自己変動部分空間の次元は20次元、入力部分空間の次 【0090】各部分空間の次元はデータの種類に応じて 複数的に決める。例えば整分部分空間の次元数は70、

【0091】辞母部分空間格納部19に格納された人物 iの辞費部分空間I-T、iは、各人物に対応する部分空 間下土1を制約部分空間へ射影した部分空間として予め オフライン処理で部分空間射影部16により水めてお く。この手順を図2に示す。

【0092】(相互部分空間類似度計算部18)相互部 度を求めても良い。例えば、N番目までの固有値の荷重 分空間類似度計算部18では、入力部分空間 IP 1,1 と 辞格部分空間格納部19に格納された人物;の辞母部分 空間 FI, - 間の最大cos 2 8を式 (13) より求め る。あるいは、2番目、3番目の固有値を考慮した類似 平均や乗和、あるいは固有値の分布自体をベクトルと見 なして類似度とすることもできる。この類似度を辞<mark>告</mark>理 碌されているm人に対して求める。

【0093】 (判定部20) 判定部20では、m人の中 い。例えば、第2候補との類似度の差がしきい値より小 で最も類似度が高く、その値が予め設定されたしきい値 の場合、第2候補以降の類似度も考慮して決定しても良 より大きい場合、対応する人物;を本人と同定する。 さい場合は不確定とすることができる。

【0094】 (表示部21) CRT、スピーカなどの姿 示部21では、魏別結果を画面に扱示したり音声で知ら [0095] (制約部分空間の生成) ここでは、差分部

分空間と自己変動部分空間の生成手順について説明す

[0096](1)各人物の部分空間生成

途年変化の影響を低減する創約部分空間も同様に生成できる。ある人物1の特徴は1.2ド

 $\alpha + \beta + \gamma = 1.0$

【0103】さらに、3つ以上の制約部分空間の統合も ここで、笡み係数α, β, γは正の実数である。

以下の式により容易に行える。

タを文献 [山口修、福井和広、前田賢一、"動画像を用 多い程好ましい。また収集の際には、被験者に頗を左右 上下に向けてもらう。収集した正規化画像データに対し て、ヒストグラム平坦化、ペクトル長正規化などの前処 理を行った後に、KL展開を適用して部分空間を張る基 いた飯路轍システム"、信学技報、PRMU97-50, pp. 17-2 4,1997] の方法により収集する。その際被験者の数は * 照明条件一定においてm人に対して複数枚の飯画像デー 庇ベクトルを求める。

【0097】(3) 整分部分空間の生成 生成手順を図4に示す。 으

れをn 〇 2個の組合せについて行う。 さらにn 〇 2 【0098】(1) で生成したm個の部分空間かち2つの 部分空間を取り出して、その差分部分空間を求める。こ 国の整分部分空間の共通部分空間を式 (24) により求 め、楚分部分空間とする。

【0099】あるいは、差分部分空間は人物i, jの2 **つの部分空間から求めるのではなく、人物i, jの正規** 異なる人物間の楚分画像を、全ての組み合わせについて **求める。収集した遊分画像のデータセットに対してKL** 展開を適用して固有ベクトルを求める。固有値が基準よ り大きい固有ベクトルを差分部分空間を張る基底ベクト 化国像の遊分国像の集合から求めることも可能である。 ルとする。

20

【0100】(3) 自己変動部分空間の生成

(1) で生成した各部分空間の第2基底ベクトル以降が張 まった m 個の自己変動部分空間の共通部分空間が自己変 る部分空間を各人の自己変動部分空間として求める。 功部分空間となる。

【0101】(4) 整分部分空間と自己変動部分空間を撥 合した制約部分空間を式(29)により求める。 8

的105、幹售部分空間格納的106、判定的107か

ら帯成される。

アイル入力部101、部分空間生成部102、部分空間 射影部103、制約部分空間格納部104、類似度算出

【01 08】惰報フィルタリング装置100は、プロフ

は、キーワードを使ってデータペース検索を行う情報フ

ィルタリング装置100に関する構成図である。

【0107】(惰報フィルタリング処理への適用)図7

興味を記述したプロファイルとの類似度を算出し、類似

虹順にランキングする。

【0110】ここで類似度の算出は、ベクトル空間法を

ペースに行う〔住田一男他、情報フィルタリング技術、 東芝レビュー、Vol. 51, No. 1, pp. 42-44 (1996)]。

[0109] 慎報フィルタリングでは、ユーザの関心や

【0102】 (経年変化に対する制約部分空間)

主成した部分空間をア_{ル1}, P₁₃ とする。 P₁₄ と P₁4 との数分部分空間 D₆₋₁4 を求める。 m 筋分空間は、軽年変化によって鱼じる軽などの本人権別に不要なパターン変形を取り除く始 人の並分的分会間の共選部分空間の直交部分空間を程年不安部分空間 A¹ とする。程年不安 £#35.

切約部分空間に路年不変却分空間も追加することができる。この皆合の何約部分空間は、 式 (29) に替わり以下の生成行列の固有ベクトルで扱られる。

$$G_L = \alpha D + \beta S^{\perp} + \gamma A^{\perp}$$
(30)

$$\alpha + \beta + \gamma = 1.0$$
(31)

$$\beta + \gamma = 1.0$$

梅朋2000-30065 Ξ

6

$$G^* = \sum_{i \in I} \alpha_i \mathcal{L}_i$$

33

 $\sum_{i=1}^{n} \alpha_i = 1.0$

8

105に送られて辞哲部分空間格納部104に格納され と辞費部分空間との類似度が相互部分空間法により求め

【0115】本英施例で用いる制約部分空間は、予め用 [0114] 類似度は判定部107に送られて入力プロ ファイルがどのプロファイルに近いかを判定する。 2

ラから得られる臨度国像を対象とする例について説明し

[0106] 既に消ぐた棲に、本発思において、入力べ ターンの種類に関する制限は無い。 輝度画像から直接生 成した差分部分空間は照明変動の影響が多少残っている

【0105】(前処理の併用)本実施例では、TVカメ

ここで、a は正の実数、Li , i=1, nは制約部分空

間 11 1 に対応する射影行列を乗している。

爺された複数の部分空間に対して、以下の手順により生 【0116】1. 異なるプロファイルとして分類すべき 2 成する。

つの部分空間の差分部分空間を全ての組み合わせに対し ハ状める

向上が期待できることは容易に類推できる。例えば、文

猒 (赤松茂、佐々木努、深町映夫、末永康仁、。 讃淡画

像マッチングによるロバストな正面顔の離別法―フーリ

エスペクトルによるKL展開の応用ー"、信学論(D-I

1)、J76-D11, 7, pp. 1363-1373, 1993] に述べられてある様

に、黴炎面像から生成したフーリエスペクトルパターン

を入力としても本発明の効果が増す。

と思われるので、濃淡情報を照明変動の受け難い特徴量

に変換した後、本発明を適用すれば、さらに離別性能の

【0117】2. 水めた整分部分空間から共通部分空間を 求め、この求めた倒約部分空間1とする。

[0118] 3. 同じプロファイルと分類したい2つの部 分空間の差分部分空間を全ての組み合わせについて求め 2

【0119】4. 求めた登分部分空間の共通部分空間を求 めて、さらにこの共通部分空間と直交する部分空間を制 的部分空間2とする。

【0120】5. 制約部分空間1と制約部分空間2を組み

帝政の悪いキーワードを選択しても、自動的にこれらの [0121] 上記の制約部分空間を用いることにより、 影響を取り除いて安定なデータペース検索が行える。 合わせた部分空間を最終的な制約部分空間とする。 8

[0122] なお、本発明は、上記の飯面像パターンの **認識以外に、音声パターン、情報フィルタリングにおけ** るプロファイルパターンなどあちゆるパターン情報に対 しても成り立つ。

[0123]

[発明の効果] 以上、本発明によれば、パターン情報を 収得する際に組入する機別に不必要な情報を効率良く取 に、飯画像路橋に適用すると、高い敷形吸収値力と照明 り除いてパターン認識を安定に行うことができる。特 変動に対する高いロバスト性が実現できる。 \$

[図面の簡単な説明]

一度にベクトル化するのではなく、ある規則で区切られ

【0111】本実施例では、一つのプロファイルを一つ の部分空間に対応させる。このためには、データ全体を たデータ、例えば、章毎のデータに対してベクトル化を

行う。章毎に得られたベクトル群から部分空間を生成す

る。なお類似度は部分空間と部分空間の成す角度から得

【0112】プロファイル入力部101に入力されたブ ロファイルは、部分空間生成部102において部分空間

られる値とする。

[図1] 超画像認識装置10の構成図である。

[図2] 辞啓部分空間の生成手順の説明図である。

【図3】制約相互部分空間法の説明図である。

【図5】自己変動部分空間の生成の説明図である。 【図4】 整分部分空間の生成の説明図である。

[図6] 複数の制約部分空間の統合の説明図である。

に変換される。入力部分空間は、部分空間射影部103 において制約部分空間格納部104に格納された制約部

【図7】指報フィルタリング数型の構成図である。 [年号の説明]

画像入力部 1.1 【0113】射影された入力部分空間は、類似度算出部 50